

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-180206

(43) 公開日 平成8年(1996)7月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 T 15/00

G 0 6 F 15/ 62

3 5 0 V

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平6-317948

(22) 出願日 平成6年(1994)12月21日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 593122826

株式会社日立システムテクノロジー

東京都千代田区三崎町2丁目9番18号

(72) 発明者 瀬戸 洋一

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(72) 発明者 ▲吉▼田 一茂

東京都千代田区三崎町2丁目9番18号 株

式会社日立システムテクノロジー内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

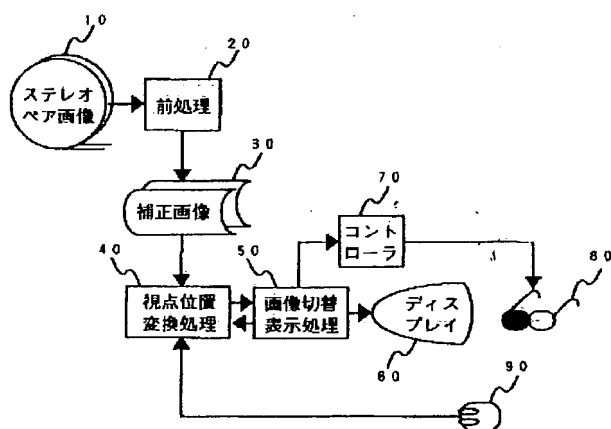
(54) 【発明の名称】 画像の立体表示方法

(57) 【要約】 (修正有)

【構成】 同一地点を異なる位置から撮影した二つの画像 (ステレオペア画像) 10に輝度レベルを補正する放射強度処理と方位を平行にする共面条件補正処理からなる前処理20と、視点の位置を変えるための仮想撮影面への変換処理と画像の座標を変換して画素の補間を行う画像再配置処理からなる視点位置変換処理40と、ディスプレイに高速切替表示をする画像切替表示処理50と、仮想撮影面の傾斜角を入力する入力装置90と、立体視をするための立体視用眼鏡80と、画像の切り替えと立体視用眼鏡のシャッタの切り替えを同期させるコントローラ70より構成される。

【効果】 ステレオペア画像を用いて仮想撮影面の傾斜角を対話的に設定して鳥瞰図のような観察位置で高速に高精度な立体表現が可能となる。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】同一地域を異なる角度から撮影した二つの画像に放射強度補正処理と共面条件補正処理からなる前処理と画像切替表示処理と立体視用眼鏡を用いて立体表示を行う方法において、入力装置を用いて仮想撮影面の傾斜角を入力し仮想撮影面への変換処理と画像再配置処理からなる視点位置変換処理を行うことで視点の位置を変えて立体表示を行うことを特徴とする画像の立体表示方法。

【請求項 2】請求項 1 において、センサの観測角と視野角と衛星位置の情報を用いて実撮影面における地表対象物の対応点を算出する実撮影面位置算出処理と仮想撮影面の傾斜角入力処理と仮想的に設けた仮想撮影面に実撮影面上の地表対象物の対応点を投影する仮想撮影面の位置算出処理を行う画像の立体表示方法。

【請求項 3】請求項 2 において、ディスプレイに表示した操作バーまたは操作ダイヤルを入力装置により操作することで仮想撮影面の傾斜角の入力を対話的に行う画像の立体表示方法。

【請求項 4】請求項 1 において、マウスまたはジョイスティックまたはトラックボールまたはスペースボールまたはキーボードを用いる画像の立体表示方法。

【請求項 5】請求項 1 において、仮想撮影面への変換処理により算出した座標を用いて仮想撮影面上の画像を補間する内挿処理を行う画像の立体表示方法。

【請求項 6】請求項 1 において、レンズ部分が液晶シャッタあるいは偏光フィルムである立体視用眼鏡のシャッタ切り替えとディスプレイの表示画面の切り替えをコントローラを用いて同期させて立体視する方法とアナグリフ眼鏡により表示画像を立体視する方法を用いる画像の立体表示方法。

【請求項 7】請求項 6 において、左右の眼に対応した画像を交互に表示する方法あるいは一方を赤色画像とし他方を青色画像にして重ねて同時表示する方法あるいは左右横に並べて同時表示する方法を用いる画像の立体表示方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、デジタル計算機による航空機写真や衛星画像の立体表示装置に係り、特に、対話的に視点の位置を可変に設定し画像を表示する画像の立体表示方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】画像の立体表示方法における従来技術は高木、下田監修「画像解析ハンドブック」（東京大学出版局、1991年発行）の機能編第 1 部 1. 4 節と機能編第 1 部 2. 3. 3 項に記載されているようにステレオペア画像に放射強度補正処理と共面補正処理からなる前処理を行い、ディスプレイに高速切替表示をする画像切替表示処理を行い、画像の切り替えと立体視用眼鏡のシ

ャッタの切り替えをコントローラにより同期させて画像の立体表示を行っていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】画像を撮影した撮影位置と観測角が固定されているため、画像を立体表示した場合、観測者の視点の位置が固定されてしまい、任意の角度での立体表示ができないという問題がある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記従来技術の問題点を解決するために、以下の手段を考案した。

【0005】（1）実際の地表対象物を投影する実撮影面に対し、異なる観測角の撮影面（仮想撮影面）を設ける。

【0006】（2）センサ焦点位置と実撮影面上の地表対象物の対応点を結ぶ直線を用いて実撮影面上の地表対象物の対応点を仮想撮影面に投影する。

【0007】（3）実撮影面の位置から仮想撮影面の長さを算出し、対応点を等間隔に配置するよう実撮影面上の地表対象物の対応点を線形式により仮想撮影面に投影する。

【0008】（4）仮想撮影面の傾斜角を設定するため操作バーあるいは操作ダイヤルをディスプレイ上に表示する。入力装置を用いて操作バーを対話的に操作する。

## 【0009】

【作用】上記手段は、おのおの以下の作用がある。

【0010】（1）仮想撮影面を設けたことにより観察者の視点の位置を観測角が変わる方向に変えることが可能となる。これにより任意の視点での画像の立体表示が可能となる。

【0011】（2）センサ焦点位置と実撮影面上の地表対象物の対応点を結ぶ直線を用いて実撮影面上の地表対象物の対応点を仮想撮影面に直接投影することにより、実撮影面上の対応点を位置の誤差無く仮想撮影面に投影することができる。これにより画像の立体表示の高精度化が可能となる。

【0012】（3）実撮影面の位置から仮想撮影面の長さを算出し、対応点を等間隔に配置するよう実撮影面上の地表対象物の対応点を線形式により仮想撮影面に投影するため、仮想撮影面の傾斜角を変更したときの計算時間が短縮可能である。これにより画像の立体表示の高速化が可能となる。

【0013】（4）操作バーをディスプレイ上に表示し入力装置を用いて対話的に操作をすることにより仮想撮影面の傾斜角を容易に設定することが可能となる。

## 【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を図 1 から図 16 を用いて説明する。本実施例はステレオペアの画像（同一地域を 2 方向から撮影したデータ）の立体表示システムである。本実施例は、ステレオペアの画像を観測角の可変

方向の視点から立体表示を行い、その際の視点の位置設定を対話的に行うシステムである。

【0015】本発明を適用するシステム構成の概略を図2を用いて述べる。画像を立体視するためには、右眼には右から撮影した画像（右眼用画像）、左眼には左から撮影した画像（左眼用画像）のみを視認する必要がある、ステレオペア画像と立体視用眼鏡が必要となる。立体表示する補正画像220は、ステレオペア画像210をデジタル計算機230に入力して作成する。画像の立体視は、この補正画像210をディスプレイ240に切替表示するとともに、コントローラ250により画像の切り替えと同期させた立体視用眼鏡260を用いて行う。観察者280は、この立体視用眼鏡260をかけることで立体視が可能となる。また、視点の位置を任意に変更するには、ディスプレイ240に表示してある操作バーをマウス270で操作して行う。

【0016】本システムの処理とデータの流れの概略を図1を用いて述べる。入力するステレオペア画像10は、衛星やセンサに起因する輝度レベルおよび方位が一定でないため前処理20を行う必要がある。

【0017】前処理20は、図3の処理フローを行う。前処理20は、ステレオペア画像10の輝度レベルを補正する放射強度補正処理630と、対応するラインが平行になるように補正する共面条件補正処理640から構成される。前処理20を図式化したものが図4である。前処理する前の画像710は、互いの輝度レベルが一致しておらず、また、画像の撮影位置が異なるため対となるライン720が平行でない。前処理は、互いの画像730の輝度レベルおよび対となるライン740が平行になるように補正する。

【0018】前処理20により作成された補正画像30は、マウス90より入力されたパラメータを用いて視点位置変換処理40し、画像の一方を左眼用画像、他方を右眼用画像としてディスプレイ60に交互に切り替え表示する画像切替表示処理50を行う。コントローラ70は、立体視用眼鏡80のシャッタで左眼用画像を表示しているときには右眼の視界をささぎるように、右眼用画像を表示しているときには左眼の視界を遮るようにする。以上の画像表示に立体視用眼鏡80のシャッタを同期させる。

【0019】本システムの画像表示イメージの概略を図5で説明する。図5はステレオペア画像をフルカラーで交互に切り替えて表示するものである。ディスプレイに左眼用画像310と右眼用画像320を交互に切り替え表示し、同時に左眼用画像310と右眼用画像320に対応した操作バー（左330、右340）を表示する。視点の位置は、入力装置により操作バーの中心にあるスライダ（左350、右360）を左右に移動させることで変更する。

【0020】その他の例として、図6は左眼用画像410を赤色（または青色）右眼用画像420を青色（または赤色）で重ねて表示するアナグリフ方式である。レンズ部

に画像の色に対応したフィルムを用いた立体視用眼鏡（アナグリフ眼鏡）を用いる。

【0021】図7は右眼用画像510を左に、左眼用画像520は右に並行に表示したものである。立体視は裸眼で行う。

【0022】また、操作バーはダイヤル式（右530、左540）にして、左右に回転させることにより視点の位置を変えてもよい。

【0023】本発明の中心的な技術である視点位置変換処理の詳細を図8によって説明する。処理は、仮想撮影面への変換処理840と画像再配置処理860より構成される。衛星・センサ諸元830とマウスより入力された仮想撮影面の傾斜角820を入力パラメータとして、仮想撮影面の座標を仮想撮影面への変換処理840により求め、補正画像を画像再配置処理860により変換する。その際、仮想撮影面の傾斜角820をマウス等の入力装置によりリアルタイムに変更するため、傾斜角の変更が行われたときには本処理を繰り返し870で行う。

【0024】1. 仮想撮影面への変換処理840  
視点の位置を変えるため実撮影面上の地表対象物の対応点を傾斜角が可変な仮想撮影面に投影する。仮想撮影面への変換処理は図9のような処理構成である。画像全体を変換するには、ライン数だけ以下の処理を繰り返し970で行う。例えばSPOT衛星の場合、1シーンの画像は6000ラインあるので処理を6000回繰り返す。

【0025】（1）初期パラメータの取得処理930  
衛星・センサ諸元920から衛星の位置とセンサの観測角と視野角とセンサ焦点距離などの初期パラメータを入力する。

【0026】（2）実撮影面位置算出処理940  
撮影された地表対象物の各対応点位置を算出する。実撮影面位置算出処理940を図10で詳細に説明する。

【0027】衛星による地上撮影の座標系は、左センサ焦点位置1000を原点としてセンサのライン方向をx1010、高さ方向をy1015とする。また、地表面の座標を  $(x_{gi}, y_{gi})$  1054、センサ焦点距離を  $f$  1020、ライン方向の最大画素数を  $n$ 、 $i = 1, 2, \dots, n$ 、センサ間の距離を  $B$  とする。実撮影面上の地表対象物の対応点位置  $(1064, 1074)$  は、センサ焦点  $(1000, 1002)$  と地表面の座標1054を結ぶ一次式  $(1084, 1094)$  と、実撮影面を表わす一次式  $(1060, 1070)$  の交点より求まる。

【0028】右実撮影面1070において地表対象物の対応点位置  $(x_{ri}, y_{ri})$  1074を求める。センサの観測角を  $\theta_{ri}$  1045、センサ焦点を  $(B, 0)$  1002とすると、センサ焦点と地表面の座標  $(x_{gi}, y_{gi})$  を結ぶ一次式1094は数1となる。

【0029】

【数1】

$$y = \frac{y_{gi}}{x_{gi} - B} (x - B)$$

6  
(数1)

【0030】また、実撮影面は、傾き $\tan \theta_r$ で実撮影面の原点 $(B, -f/\cos \theta_r)$ 1006を通る一次式1070で表わせるので、数2となる。

$$y = x \tan \theta - \frac{B \sin \theta + f}{\cos \theta} \quad (数2)$$

【0032】したがって、数1、数2より画素位置 $(x_{ri}, y_{ri})$ 1074は、数3、数4となる。

$$x_{ri} = \frac{f(x_{gi} - B)}{(x_{gi} - B) \sin \theta_r - y_{gi} \cos \theta_r} + B \quad (数3)$$

【0034】

$$y_{ri} = \frac{f \cdot y_{gi}}{(x_{gi} - B) \sin \theta_r - y_{gi} \cos \theta_r} \quad (数4)$$

【0035】同様に、左実撮影面1060において画素位置 $(x_{li}, y_{li})$ 1064は、焦点位置 $(0, 0)$ 1000と地表面の座標 $(x_{gi}, y_{gi})$ 1054を通る一次式1084と、傾き $\tan \theta_l$ で実撮影面の原点 $(0, -f/\cos \theta_l)$ 1004を

$$x_{li} = \frac{f \cdot x_{gi}}{x_{gi} \sin \theta_l - y_{gi} \cos \theta_l} \quad (数5)$$

【0037】

$$y_{li} = \frac{f \cdot y_{gi}}{x_{gi} \sin \theta_l - y_{gi} \cos \theta_l} \quad (数6)$$

【0038】(3) 仮想撮影面の傾斜角入力処理950  
仮想撮影面の傾斜角を設定する。傾斜角は、ディスプレイに表示している操作バーを入力装置により操作することで入力する。入力した傾斜角は図11のように衛星の進行方向1540(紙面の法線方向)に対し直角方向1520(紙面に平行方向)のみ可変であるため、観察者の視点の位置1520は一次元方向のみに可変である。実際には、仮想撮影面の傾斜角を入力すると図12のように、観察者1610の視点の位置は変わらず、立体表示している地表面1630がa1640、b1650、c1660のように傾く。

【0039】(4) 仮想撮影面の位置算出処理960  
仮想撮影面に投影される画像の位置を算出する。算出する方法として二通りの方法がある。一つは図13の精密投影法で、他は図14の高速投影法であり、目的にあわ

$$y = \frac{y_i}{x_i - B} (x - B) \quad (数7)$$

【0044】また、仮想撮影面は、傾き $\tan \alpha_r$ で仮想撮影面の原点 $(B, -f \cos \alpha)$ 1104を通る一次式1160で表わせるので、数8となる。

$$y = x \tan \alpha - \frac{B \sin \alpha + f}{\cos \alpha} \quad (数8)$$

【0046】したがって、数7、数8より仮想撮影面の

【0031】  
【数2】

【0033】  
【数3】

【数4】

通る一次式1060の交点であるから、数5、数6となる。

【0036】  
【数5】

【数6】

せて選択すれば良い。以下に各方法について説明する。

【0040】(a) 精密投影法

精密投影法について図13を用いて詳細に説明する。

【0041】仮想撮影面1160上の画素位置 $(x_i', y_i')$ 1164は、センサ焦点1100と実撮影面上の画素位置1154を結ぶ一次式1174と、仮想撮影面を表わす一次式1160の交点より求まる。

【0042】右仮想撮影面1160において仮想撮影面の傾斜角を $\alpha$ 1130とすると、センサ焦点 $(B, 0)$ 1100と実撮影面の画素位置 $(x_i, y_i)$ 1154を結ぶ一次式1174は、数7となる。

【0043】  
【数7】

【0045】  
【数8】

画素位置 $(x_i', y_i')$ 1164は、数9となる。

【0047】

$$x_i = \frac{f(x_i - B)}{(x_i - B)\sin \alpha - y_i \cos \alpha} + B$$

【数9】

(数9)

【0048】同様に、左仮想撮影面において、センサ焦点(0, 0)と実撮影面の画素位置(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>)を通る一次式と、傾きtan αで仮想撮影面の原点(0, -f cos α)を通る一次式の交点より、仮想撮影面の画素位置

$$x_i = \frac{f \cdot x_i}{x_i \sin \alpha - y_i \cos \alpha}$$

(数10)

【0050】(b) 高速投影法

高速投影法について図14を用いて詳細に説明する。

【0051】センサの視野角をβ1240とする。仮想撮影面上の画素位置(x<sub>i</sub>', y<sub>i</sub>')1264は、仮想投影面の長さを係数とした線形式により求める。

$$D_x = x_n - x_i$$

(数11)

【0054】これより仮想撮影面での画素位置(x<sub>i</sub>', y<sub>i</sub>')1264は、数12より算出される。

$$x_i = \frac{D_x}{n} i$$

(数12)

【0056】同様に、左仮想撮影面において数10より仮想撮影面の画素位置(x<sub>i</sub>', y<sub>i</sub>')は、前記数12となる。

【0057】2. 画像再配置処理860

実撮影面の位置にある画像を仮想撮影面の位置に補正する。画像再配置処理は図15のような処理構成である。仮想撮影面の座標を内挿処理1330により補正する。内挿処理1330を図式化したものが図16である。傾斜角α1460の仮想撮影面1440に投影された画素1450は整数値の位置に配置されておらず、画像データとして扱うには内挿処理により補正する必要がある。内挿処理により補正された画像1470は、画素を補間して正数値の位置に配置される。内挿処理の詳細は高木、下田監修「画像解析ハンドブック」(東京大学出版局、1991年発行)の機能編第I部1. 3. 2項を参照。

【0058】以上が本発明の視点位置を任意に変更可能な画像の立体視方法の詳細実施例であるが、本方法は航空機写真(空中写真)やステレオCG等のステレオペア画像の立体視にも利用可能である。また、画像から標高データを抽出する立体処理技術や図化機処理技術にも適用可能である。

【0059】

【発明の効果】本発明によれば、ステレオペア画像を用いて仮想撮影面の傾斜角を対話的に設定して鳥瞰図のような観察位置で高速に高精度な立体表現が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】衛星画像立体表示システムの処理のブロック

(x<sub>i</sub>', y<sub>i</sub>')が求まるから、数10となる。

【0049】

【数10】

【0052】右仮想撮影面1260において仮想撮影面の長さは、前記数9より、数11となる。

【0053】

【数11】

【0055】

20 【数12】

図。

【図2】衛星画像立体表示システムのブロック図。

【図3】前処理のブロック図。

【図4】前処理の説明図。

【図5】衛星画像立体表示システムの表示例1の説明図。

【図6】衛星画像立体表示システムの表示例2の説明図。

【図7】衛星画像立体表示システムの表示例3の説明図。

【図8】視点位置変換処理のフローチャート。

【図9】仮想撮影面への変換処理のフローチャート。

【図10】実撮影面位置算出処理の説明図。

【図11】観察者の視点の位置の説明図。

【図12】観察者の視点の位置の説明図。

【図13】仮想撮影面の位置算出処理における精密投影法の説明図。

40 【図14】仮想撮影面の位置算出処理における高速投影法の説明図。

【図15】画像再配置処理のブロック図。

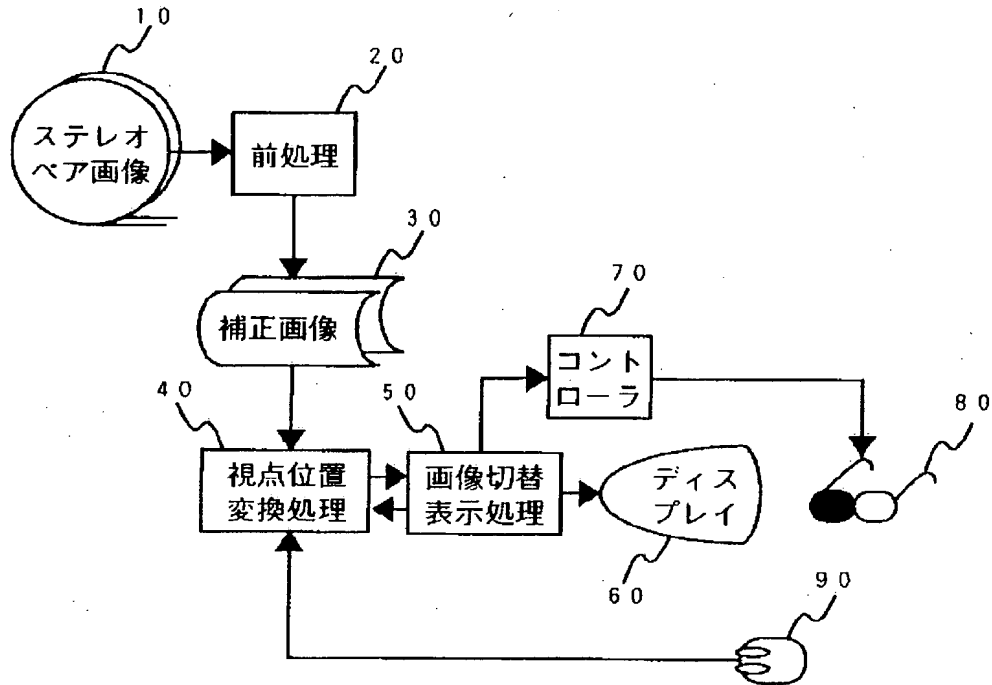
【図16】画像再配置処理のブロック図。

【符号の説明】

10…ステレオペア画像、20…前処理、30…補正画像、40…視点位置変換処理、50…画像切替表示処理、60…ディスプレイ、70…コントローラ、80…立体視用眼鏡、90…入力装置。

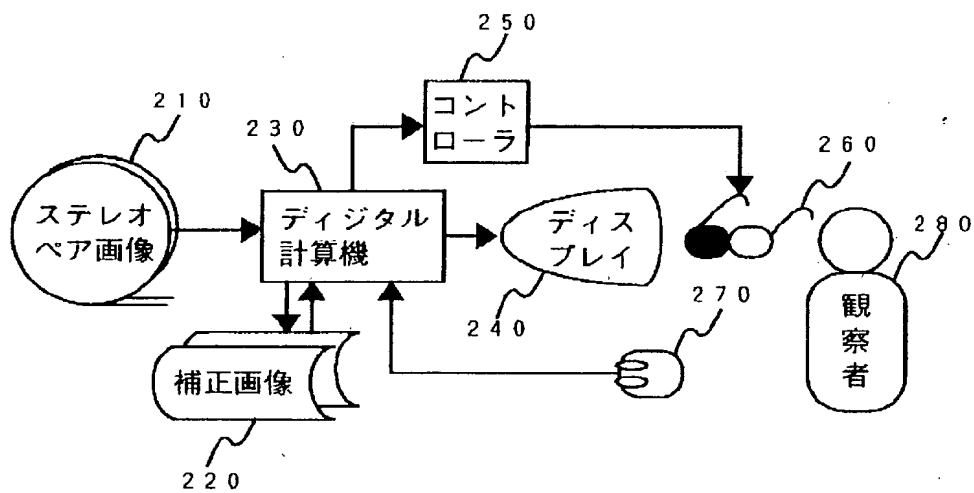
【図1】

図1



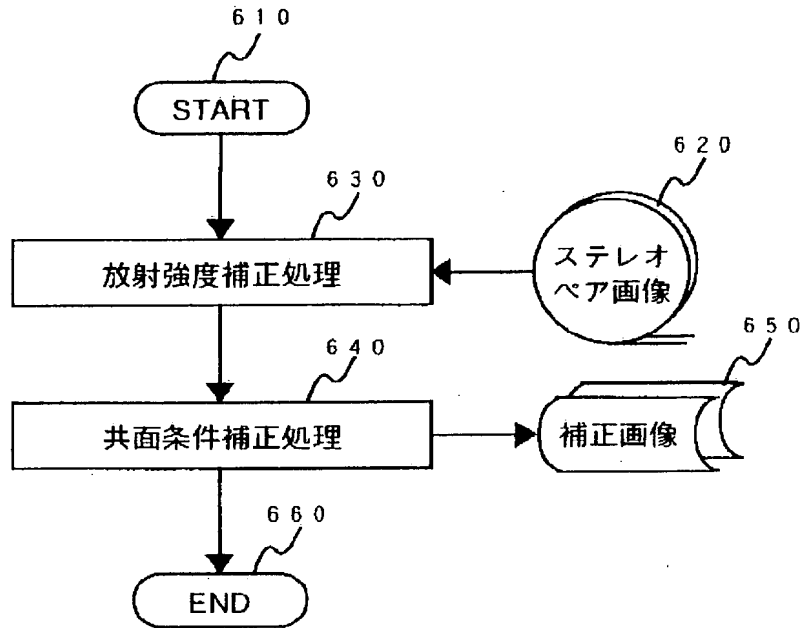
【図2】

図2



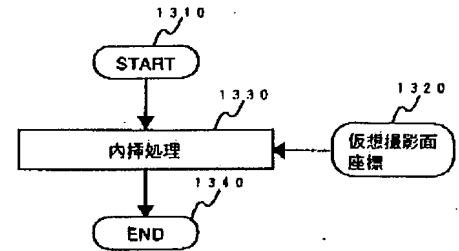
【図 3】

図 3



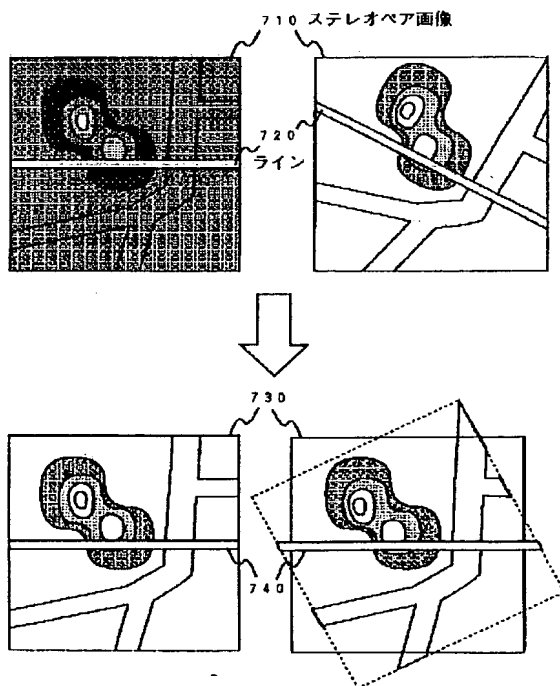
【図 15】

図 15



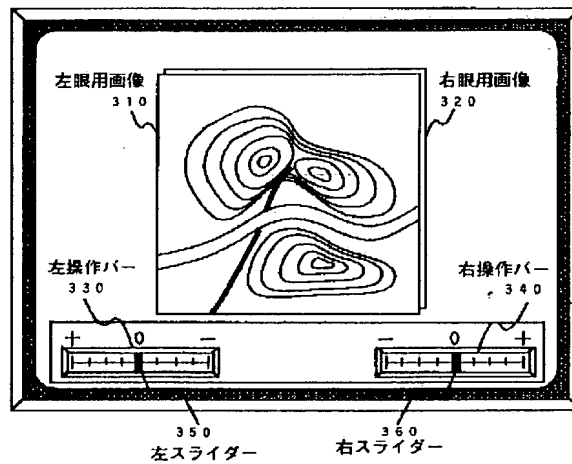
【図 4】

図 4



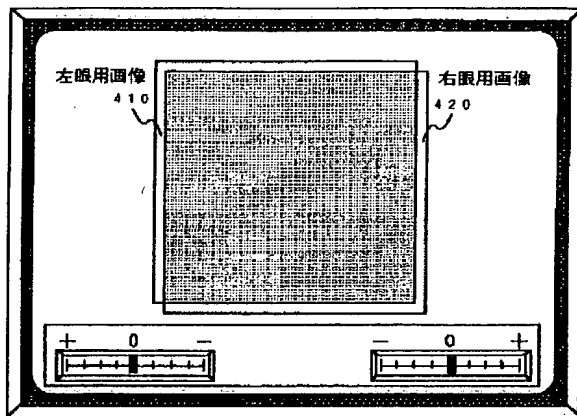
【図 5】

図 5



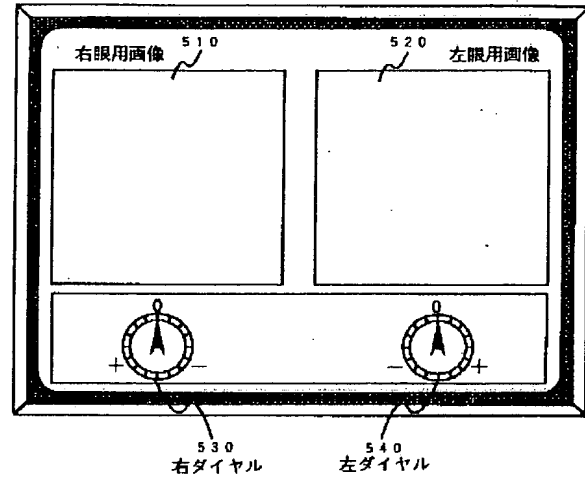
【図 6】

図 6



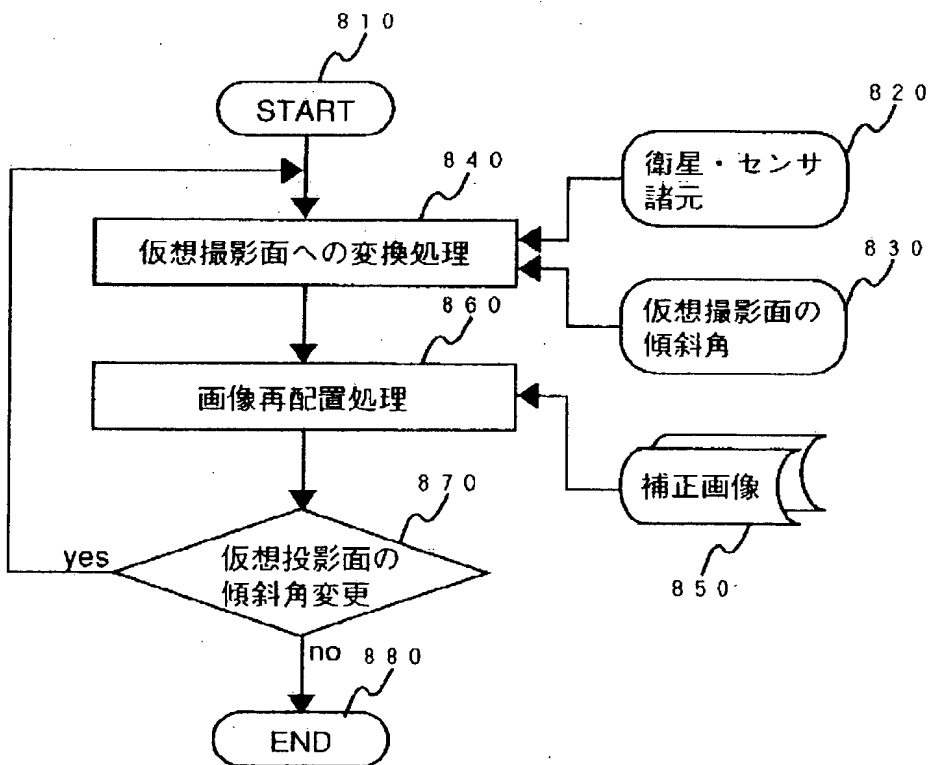
【図 7】

図 7



【図 8】

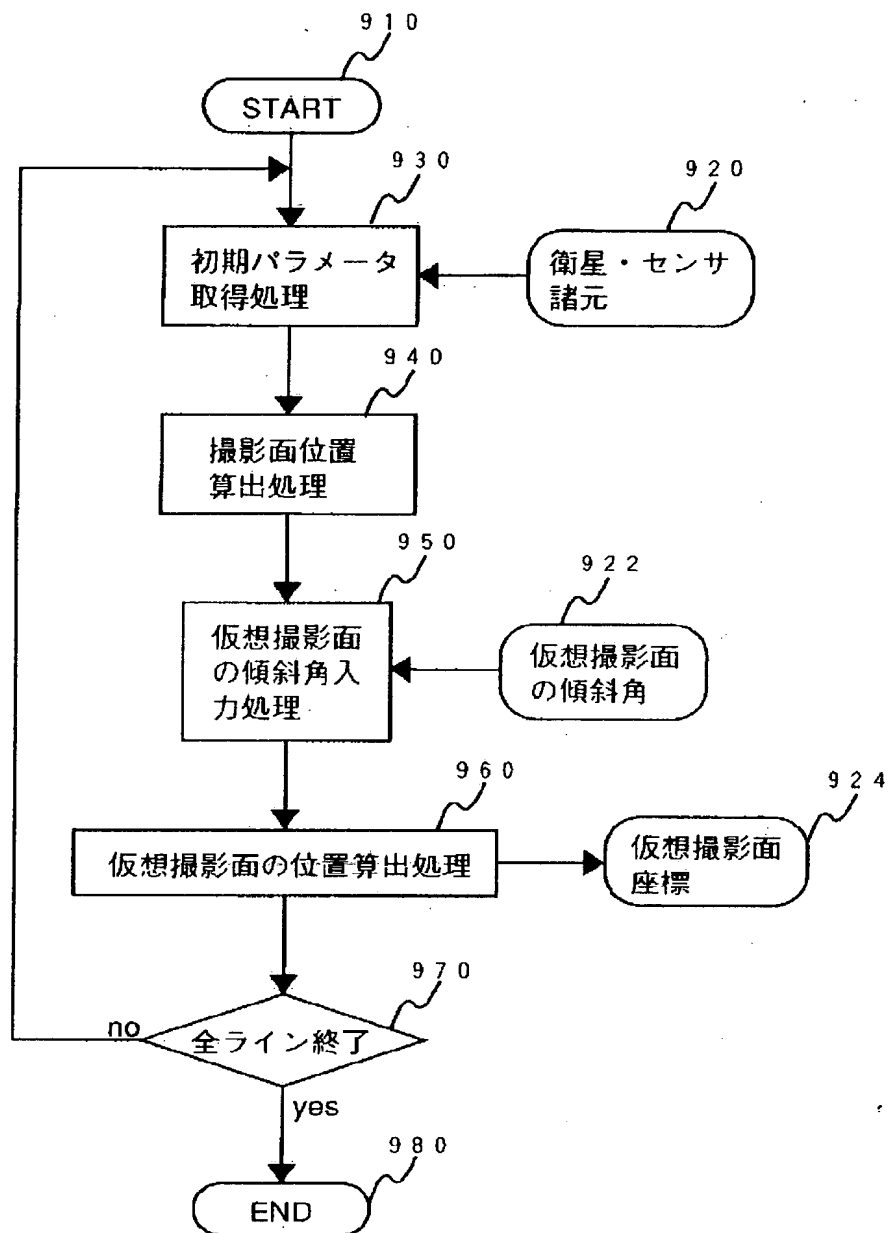
図 8





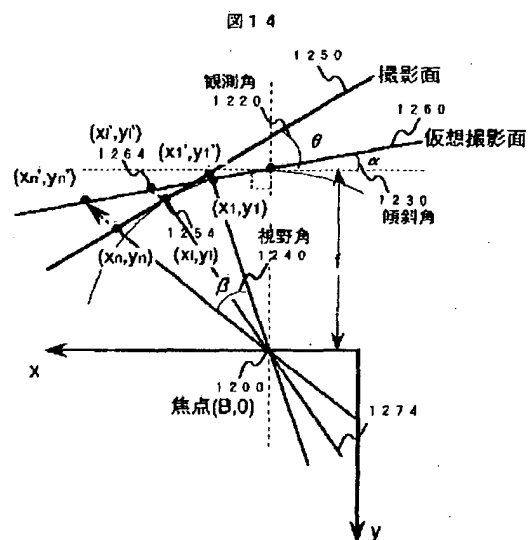
【図9】

図9

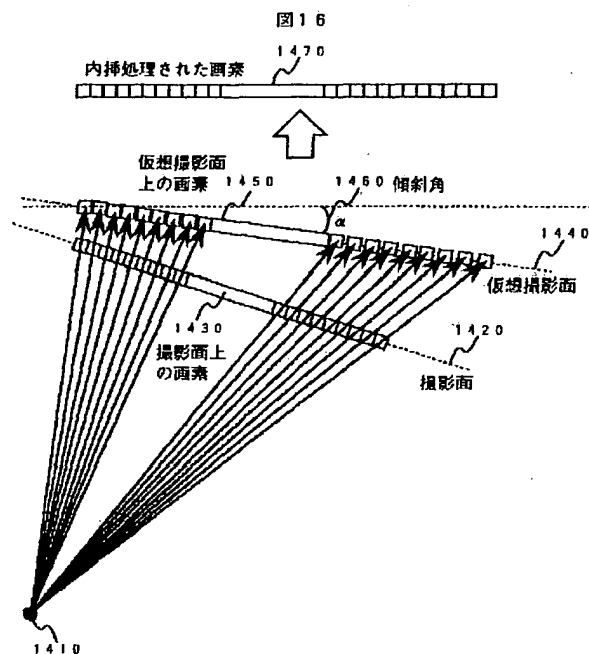




【図14】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 野本 安栄

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株  
式会社日立製作所大みか工場内